



FACULDADE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA  
CURSO TECNOLÓGICO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

FRANCISCO FERREIRA VIANA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL PARA O DESCARTE DE  
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR EM PARAUAPEBAS**

PARAUABEPAS  
2025

FRANCISCO FERREIRA VIANA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL PARA O DESCARTE DE  
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR EM PARAUAPEBAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo de Análise e Desenvolvimento de Sistema para a obtenção do Título de Tecnólogo.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Esp. Sara Debora Carvalho Cerqueira

VIANA, Francisco ferreira  
58 f. (número de páginas)  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade para o  
Desenvolvimento Sustentável da Amazônia - FADESA, Parauapebas – PA, 2024  
Palavra Chave – Sustentabilidade: e reciclagem de resíduos eletrônico

Nota: A versão original deste trabalho de conclusão de curso encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia FADESA em Parauapebas/PA

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, reprodução total ou parcial deste trabalho de conclusão, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos

FRANCISCO FERREIRA VIANA

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL PARA O DESCARTE DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR EM PARAUAPEBAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo de Análise e Desenvolvimento de Sistema, para a obtenção do Título de Tecnólogo.

Aprovado em: 11/06/2025

**Banca Examinadora**



---

Prof.<sup>a</sup> Esp. Sara Debora Carvalho Cerqueira  
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia  
(Orientadora)



---

Prof. Esp. Antônio Soares da Silva  
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia  
(Avaliador)



---

Prof. Esp. Adriano Louzada Bollas  
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia  
(Avaliador)

Data de depósito do trabalho de conclusão      /      /

FRANCISCO FERREIRA VIANA

**SUSTENTABILIDADE E A RECICLAGEM DE ELETRO ELETRONICO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo de Análise e Desenvolvimento de Sistema, para a obtenção do Título de Tecnólogo.



---

Francisco Ferreira Viana  
(Discente)



---

Prof. Esp. Antônio Soares da Silva  
(Coordenador do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas)

Ao meu Deus a minha família a minha esposa  
amigo de sala de aula professores  
coordenação e a orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, rendo graças a Deus, fonte inesgotável de força, sabedoria e esperança, por me conceder saúde, coragem e perseverança ao longo de toda esta jornada acadêmica. Sem Sua presença em minha vida, este trabalho não teria sido possível.

Expresso minha mais profunda gratidão à minha família, alicerce fundamental em todos os momentos. Pelo amor incondicional, pelo apoio constante e pela paciência nos dias difíceis, meu sincero e eterno obrigado. Cada palavra de incentivo e cada gesto de cuidado foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos mestres da Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), minha sincera admiração e reconhecimento. Em especial, à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Sara Debora Carvalho Cerqueira, por sua dedicação, generosidade e compromisso com a minha formação. Sua orientação precisa, aliada à sensibilidade e à paciência, foi fundamental para a construção deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos colegas de curso, com quem compartilhei não apenas salas de aula, mas também sonhos, desafios, dúvidas e conquistas, deixo meu carinho e gratidão. As trocas vividas e as amizades construídas seguirão comigo como parte valiosa dessa trajetória.

Por fim, a todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto e para a concretização deste sonho, deixo registrado o meu mais sincero e emocionado muito obrigado.

“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância.”

*(Mahatma Gandhi)*

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo propor um modelo de gestão sustentável para o descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em instituições de ensino, com foco na integração entre práticas educativas, ambientais e operacionais. Fundamentado em uma revisão bibliográfica, o estudo analisa o contexto do descarte inadequado desses resíduos no Brasil, seus impactos ambientais e os desafios enfrentados na adoção de políticas públicas e estratégias institucionais. A proposta está estruturada em cinco eixos estratégicos — educação ambiental, infraestrutura e logística reversa, triagem técnica com participação estudantil, monitoramento por indicadores e parcerias — permitindo uma aplicação flexível em diferentes realidades educacionais. O modelo visa fortalecer a cultura da sustentabilidade, fomentar o protagonismo estudantil e ampliar o compromisso das instituições com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente no que diz respeito ao consumo responsável e à preservação dos recursos naturais. Os resultados esperados abrangem ganhos ambientais, educacionais, sociais e organizacionais, destacando a importância da responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos tecnológicos. O estudo reforça a necessidade de constante atualização e amplia o campo de pesquisa sobre sustentabilidade, educação e tecnologia.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Resíduos Eletroeletrônicos; Gestão Educacional; Logística Reversa; Educação Ambiental; Modelo de Gestão Sustentável.

## ABSTRACT

This Final Project aims to propose a sustainable management model for the disposal of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in educational institutions, focusing on the integration of educational, environmental and operational practices. Based on a literature review, the study analyzes the context of inadequate disposal of this waste in Brazil, its environmental impacts and the challenges faced in the adoption of public policies and institutional strategies. The proposal is structured around five strategic axes — environmental education, infrastructure and reverse logistics, technical screening with student participation, monitoring by indicators and partnerships — allowing for flexible application in different educational realities. The model aims to strengthen the culture of sustainability, foster student protagonism and increase the commitment of institutions to the Sustainable Development Goals (SDGs), especially with regard to responsible consumption and the preservation of natural resources. The expected results include environmental, educational, social and organizational gains, highlighting the importance of shared responsibility in the management of technological waste. The study reinforces the need for constant updating and expands the field of research on sustainability, education and technology.

**Keywords:** Sustainability; Electronic Waste; Educational Management; Reverse Logistics; Environmental Education; Sustainable Management Model.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. ORIGENS DA RELAÇÃO HUMANA COM A NATUREZA E O SURGIMENTO DA SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>13</b>
2.1. Sustentabilidade e a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.....	13
2.2. A Problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos (REEE).....	15
2.3. Indicadores de Sustentabilidade para Gestão de REEE.....	17
2.4. Desafios e Oportunidades na Educação para a Sustentabilidade.....	19
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
3.2. Método de Pesquisa.....	21
3.3. Local da pesquisa.....	22
3.4. Planejamento e Análise de Viabilidade.....	23
3.5. Aspectos Éticos.....	23
3.6. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	23
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.2. Objetivos do Modelo.....	24
4.3. Aplicabilidade e Adaptação.....	25
4.4. Benefícios Esperados.....	25
4.5. Estrutura do Modelo Proposto.....	25
4.6. Resultados esperados.....	27
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço acelerado das tecnologias digitais transformou profundamente a sociedade contemporânea, gerando benefícios significativos como a automação de processos, a melhoria da qualidade de vida e a ampliação do acesso à informação. No entanto, essa transformação também trouxe consigo novos desafios socioambientais, entre os quais se destaca a crescente geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). A rápida obsolescência desses dispositivos, impulsionada por inovações constantes e pelo consumismo tecnológico, tem resultado no descarte frequente de computadores, notebooks, celulares e outros equipamentos, muitos dos quais contêm substâncias tóxicas e metais pesados, como chumbo, mercúrio e cádmio.

O descarte inadequado desses resíduos representa uma ameaça concreta ao meio ambiente e à saúde pública. A ausência de locais apropriados para recebimento e tratamento dos REEE, somada à falta de políticas efetivas em muitos contextos institucionais, contribui para a degradação do solo, a contaminação dos recursos hídricos e o agravamento da poluição urbana. Segundo o Global E-Waste Monitor (PNUMA, 2020), menos de 20% do lixo eletrônico gerado mundialmente é reciclado formalmente. No Brasil, embora exista um arcabouço legal robusto como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e incentiva práticas como a logística reversa, a efetiva aplicação dessa legislação ainda enfrenta diversas barreiras, especialmente em instituições de ensino.

Nesse contexto, surge o questionamento central que norteia esta pesquisa consiste em **como as instituições de ensino podem adotar um modelo de gestão sustentável para o descarte de resíduos eletroeletrônicos, promovendo simultaneamente a educação ambiental e o reaproveitamento de componentes tecnológicos em suas atividades acadêmicas?** Essa problemática se mostra relevante diante da constatação de que muitos equipamentos descartados ainda apresentam potencial de reutilização, seja para fins pedagógicos, seja para extensão universitária, contribuindo não apenas para a sustentabilidade ambiental, mas também para a inovação didática.

Partindo dessa reflexão, este trabalho adota a **hipótese** de que **a implementação de um modelo de gestão sustentável, que envolva a triagem**

técnica de resíduos pelos próprios alunos dos cursos de tecnologia, como **Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS)**, e o reaproveitamento acadêmico de componentes úteis, pode reduzir significativamente os impactos ambientais gerados pelos REEE e fortalecer práticas pedagógicas alinhadas aos princípios da sustentabilidade. A proposta aqui delineada não envolve ações práticas de campo, mas sim a construção de um modelo teórico aplicável e replicável, fundamentado em literatura técnica, legislação vigente e experiências bem-sucedidas registradas em instituições nacionais e internacionais.

Dessa forma, o **objetivo geral** deste estudo é **propor um modelo teórico de gestão sustentável para o descarte de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino, com ênfase na educação ambiental, na triagem técnica de resíduos e no reaproveitamento de componentes em atividades acadêmicas**. Para alcançar esse propósito, foram definidos os seguintes **objetivos específicos**: compreender o conceito de sustentabilidade e sua relação com a gestão de resíduos eletroeletrônicos; analisar as legislações e diretrizes aplicáveis ao contexto educacional brasileiro, com destaque para a PNRS; identificar boas práticas de gestão e reaproveitamento de REEE já documentadas na literatura; elaborar um modelo teórico baseado em eixos estratégicos de gestão ambiental; e simular, em nível conceitual, sua aplicação em um cenário institucional genérico, demonstrando viabilidade e aplicabilidade.

A **justificativa** para esta pesquisa reside na urgência de se desenvolver soluções que integrem sustentabilidade, educação e inovação no ambiente acadêmico. O lixo eletrônico não pode mais ser tratado como um resíduo comum, sobretudo em instituições formadoras de futuros profissionais de tecnologia. Ao propor um modelo que integra descarte responsável, educação ambiental e valorização de materiais reaproveitáveis, este trabalho busca contribuir para a construção de uma cultura institucional sustentável, tecnicamente fundamentada e socialmente transformadora. Como alerta a Conferência da ONU de Estocolmo (1972), chegou-se a um ponto em que a preservação ambiental deixou de ser uma escolha e tornou-se uma necessidade para a sobrevivência humana. Assim, pensar em gestão sustentável de resíduos no ensino superior é não apenas uma resposta ao presente, mas um compromisso com o futuro.

## **2. ORIGENS DA RELAÇÃO HUMANA COM A NATUREZA E O SURGIMENTO DA SUSTENTABILIDADE**

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano mantinha uma relação equilibrada com a natureza. Em sociedades primitivas, os recursos naturais eram utilizados de maneira sustentável, com caça, pesca e coleta voltadas à subsistência, e com uma dinâmica de mobilidade que permitia a regeneração ambiental. Com o advento da agricultura, as comunidades passaram a se fixar e a modificar o ambiente para cultivo e criação de animais, inaugurando um processo de intervenção sistemática na paisagem natural.

A Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, intensificou de forma exponencial essa relação de domínio sobre a natureza. O uso de máquinas a vapor, a exploração de carvão mineral e a urbanização acelerada provocaram um aumento significativo na demanda por recursos naturais e na produção de resíduos. Conforme alertou Malthus (1996), o crescimento populacional não acompanhado por uma produção sustentável poderia resultar em escassez, fome e colapso social. Essa advertência, ainda vigente, está no cerne das discussões sobre sustentabilidade na contemporaneidade.

### **2.1. Sustentabilidade e a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos**

O conceito de sustentabilidade ganhou destaque internacional com a publicação do Relatório Brundtland, em 1987, que definiu desenvolvimento sustentável como aquele que "atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas" (BRUNDTLAND, 1987). Essa definição consolidou a ideia de responsabilidade intergeracional e ressaltou a importância da integração entre progresso econômico, justiça social e equilíbrio ambiental.

A sustentabilidade é comumente estruturada em três dimensões fundamentais: ambiental, social e econômica. A dimensão ambiental busca a preservação dos ecossistemas e o uso racional dos recursos naturais. A social propõe justiça, equidade e qualidade de vida para todos os cidadãos. Já a econômica trata da eficiência no uso dos recursos e da distribuição justa da riqueza. Para Sachs (2004), no entanto, a sustentabilidade deve abranger sete dimensões:

social, econômica, ecológica, espacial, cultural, política e ambiental, reforçando seu caráter transversal.

Com o fortalecimento das pautas ambientais, diversas iniciativas globais buscaram regulamentar e fomentar práticas sustentáveis, incluindo o manejo de resíduos. A Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) foi um marco nesse processo, estimulando a criação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental.

No Brasil, a promulgação da Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), representou um avanço significativo. A lei estabelece princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa, obrigando fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público a atuarem conjuntamente na destinação adequada de resíduos, inclusive os eletroeletrônicos.

Nesse contexto, a geração crescente de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) se apresenta como um dos maiores desafios da sustentabilidade contemporânea. Segundo o Global E-waste Monitor (2020), em 2019 foram geradas mais de 53,6 milhões de toneladas de REEE, sendo que apenas 17,4% foram recicladas de forma ambientalmente segura. Esses resíduos contêm elementos tóxicos como chumbo, mercúrio, cádmio e retardadores de chama bromados, que, se não forem corretamente descartados, representam riscos severos à saúde humana e ao meio ambiente (SANTOS; SILVA, 2020).

O descarte inadequado desses resíduos contamina o solo e os lençóis freáticos, além de liberar substâncias voláteis na atmosfera quando incinerados. Nas instituições de ensino, é comum o acúmulo de equipamentos obsoletos, muitas vezes por falta de protocolos institucionais que orientem a destinação correta. Isso reforça a necessidade de modelos de gestão sustentáveis que incluam ações educativas, infraestrutura de coleta e programas de reaproveitamento de componentes, especialmente em ambientes acadêmicos com foco em tecnologia.

Dessa forma, compreender e aplicar os princípios da sustentabilidade na gestão de resíduos eletroeletrônicos torna-se essencial não apenas para mitigar danos ambientais, mas também para transformar as instituições educacionais em espaços de formação cidadã e de compromisso socioambiental.

## 2.2. A Problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos (REEE)

O avanço da tecnologia tem proporcionado inúmeros benefícios à sociedade, como a automação de tarefas, a comunicação em tempo real e o acesso ampliado à informação. No entanto, esse desenvolvimento tecnológico acelerado também trouxe consequências significativas para o meio ambiente, especialmente no que diz respeito ao crescimento exponencial dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Esses resíduos incluem desde computadores, celulares e televisores até baterias, cabos e componentes de difícil degradação.

De acordo com o Global E-waste Monitor (2020), em 2019 o mundo gerou aproximadamente 53,6 milhões de toneladas de REEE, sendo que menos de 18% desse total foi reciclado de forma ambientalmente segura. A tendência é de aumento contínuo desses números, devido à obsolescência programada, ao consumo excessivo e à dificuldade de reparo dos equipamentos modernos. Além disso, o baixo índice de reutilização e a falta de infraestrutura para o descarte adequado agravam a situação.

Os REEE representam um dos tipos de resíduos mais problemáticos da atualidade, pois contêm substâncias altamente tóxicas e poluentes, como chumbo, mercúrio, cádmio, berílio e retardadores de chama bromados. Esses elementos, quando descartados de forma incorreta, têm o potencial de contaminar o solo e as águas subterrâneas, comprometer a biodiversidade e causar sérios riscos à saúde humana, como doenças neurológicas, respiratórias e cânceres (SANTOS; SILVA, 2020). O quadro 1 retrata os impactos ambientais causados por lixo eletrônico a luz dos autores.

**Quadro 1** – Impactos Ambientais do Descarte Inadequado de Lixo Eletrônico

<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Causa Principal</b>	<b>Consequência</b>
<b>Contaminação do Solo</b>	Vazamento de metais pesados	Perda de fertilidade do solo e envenenamento da fauna
<b>Poluição da Água</b>	Infiltração de substâncias tóxicas	Contaminação de lençóis freáticos e rios
<b>Poluição do Ar</b>	Queima de componentes eletrônicos	Emissão de gases tóxicos e agravamento do efeito estufa
<b>Riscos à Saúde Humana</b>	Exposição a materiais tóxicos	Doenças respiratórias, neurológicas e cancerígenas

Fonte: Adaptado de Santos e Silva (2020).

Além dos danos ambientais diretos, os REEE também representam perdas econômicas significativas. Muitos desses resíduos contêm metais nobres e materiais recicláveis de alto valor, como ouro, prata, cobre e paládio, que poderiam ser recuperados e reinseridos na cadeia produtiva. O descarte inadequado impede essa recuperação e contribui para a escassez de recursos naturais não renováveis.

Nas instituições de ensino, especialmente em universidades e escolas técnicas, a presença de equipamentos eletrônicos obsoletos é recorrente. Muitos desses dispositivos são acumulados em laboratórios, almoxarifados ou depósitos, sem qualquer plano de reaproveitamento, reciclagem ou descarte correto. A ausência de políticas institucionais de gestão de resíduos, aliada à falta de campanhas educativas, reforça a negligência com a destinação final desses materiais.

Outro ponto crítico é a desinformação dos usuários sobre os riscos associados aos REEE e sobre os procedimentos adequados para seu descarte. Muitos estudantes e profissionais ainda descartam equipamentos e acessórios eletrônicos no lixo comum, o que contribui para a contaminação ambiental e compromete a efetividade das políticas públicas de gestão de resíduos.

Frente a esse cenário, é fundamental que as instituições de ensino adotem medidas concretas de prevenção e controle, como a criação de protocolos de descarte, a instalação de pontos de coleta, o estabelecimento de parcerias com cooperativas de reciclagem e a inclusão do tema nos currículos acadêmicos. Essas ações são essenciais para promover a sustentabilidade institucional, formar cidadãos ambientalmente responsáveis e contribuir para a mitigação dos impactos causados pelos resíduos eletroeletrônicos.

O ambiente acadêmico exerce um papel estratégico na formação de profissionais e cidadãos conscientes. A promoção da educação ambiental nas instituições de ensino superior deve ultrapassar os limites da teoria e ser incorporada às práticas pedagógicas, aos projetos de extensão e à gestão administrativa.

Contudo, pesquisas como a de Santos e Costa (2021) revelam que uma parcela significativa dos estudantes universitários desconhece os procedimentos corretos para o descarte de resíduos eletrônicos. A carência de campanhas

educativas, de pontos de coleta e de regulamentações internas efetivas impede o avanço de políticas sustentáveis no âmbito institucional.

Por outro lado, esse contexto revela uma oportunidade educativa: a inclusão dos estudantes em atividades práticas de triagem, reaproveitamento e inovação sustentável. Tais iniciativas, além de proporcionar experiências interdisciplinares, contribuem para o desenvolvimento de habilidades técnicas e de responsabilidade socioambiental.

A educação para a sustentabilidade deve ser integrada ao currículo, fomentando a reflexão crítica, a experimentação tecnológica com materiais reaproveitados e o engajamento com a comunidade. Projetos como criação de estações de desmontagem, oficinas de reparo e uso de sucata tecnológica para prototipagem são exemplos de boas práticas que podem ser aplicadas em cursos de tecnologia como Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS).

Assim, as instituições de ensino não apenas formam profissionais tecnicamente capacitados, mas também agentes de transformação comprometidos com um futuro ambientalmente justo e sustentável.

### **2.3. Indicadores de Sustentabilidade para Gestão de REEE**

A gestão eficiente dos resíduos eletroeletrônicos (REEE) requer, além da implementação de políticas ambientais e estruturais, mecanismos que possibilitem a mensuração dos resultados alcançados. Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas essenciais nesse processo, pois permitem acompanhar o desempenho de ações, identificar pontos de melhoria e orientar decisões baseadas em dados concretos.

Conforme destacado por Pereira (2021), os indicadores devem ser aplicados de forma sistemática, tanto em avaliações internas das instituições quanto em relatórios de impacto ambiental e social. Eles contribuem para a transparência, o controle e o aprimoramento contínuo dos processos de gestão, além de favorecerem o engajamento da comunidade acadêmica e da sociedade civil. Ainda de acordo com autor, em municípios que implementaram programas estruturados de gestão de REEE, observou-se um aumento de até 35% na taxa de reciclagem em apenas três anos, demonstrando a efetividade das políticas baseadas em indicadores.

Tais indicadores permitem não apenas monitorar o cumprimento de metas estabelecidas, mas também identificar falhas e oportunidades de melhoria nas políticas públicas e práticas empresariais. O quadro 2 retrata os principais indicadores aplicáveis à gestão de REEE, destacam-se:

**Quadro 2** - principais indicadores aplicáveis à gestão de REEE

INDICADOR	CARACTERÍSTICA	OBSERVAÇÃO
<b>Taxa de coleta seletiva</b>	Proporção de resíduos eletrônicos coletados separadamente em relação ao total gerado.	Esse indicador permite avaliar a eficácia das campanhas de segregação e da disponibilidade de infraestrutura de coleta.
<b>Taxa de reciclagem dos componentes coletados:</b>	Mede o percentual de materiais eletrônicos efetivamente reciclados após a coleta.	Altas taxas indicam boa articulação com empresas recicladoras e sistemas de logística reversa.
<b>Número de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs):</b>	Avalia a cobertura e acessibilidade de locais apropriados para o descarte consciente.	A quantidade e a distribuição geográfica dos PEVs são fundamentais para o sucesso das estratégias de mobilização social.
<b>Índice de reaproveitamento de componentes:</b>	Refere-se à quantificação de peças eletrônicas reutilizadas em novos equipamentos.	Esse indicador é especialmente relevante em cursos da área de tecnologia, como Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), nos quais o reaproveitamento pode ser integrado ao ensino.
<b>Redução da geração de resíduos</b>	Avalia o impacto de políticas educacionais e de consumo consciente.	A diminuição gradual da geração de REEE é um forte indicativo de mudanças culturais positivas dentro da instituição.

**Fonte:** Adaptado de Pereira (2021).

Indicadores complementares incluem o volume de resíduos desviados de aterros, o número de oficinas e palestras realizadas sobre o tema, a taxa de participação da comunidade acadêmica nas ações de sustentabilidade e a economia gerada por meio do reuso de equipamentos.

A adoção sistemática desses indicadores não apenas fortalece a governança ambiental, como também contribui para o amadurecimento institucional frente às exigências legais e sociais por responsabilidade ambiental. Em instituições de ensino, além de sua função administrativa, os indicadores possuem valor pedagógico, pois fomentam a análise crítica e interdisciplinar dos dados, promovendo a formação de cidadãos mais conscientes e engajados.

#### **2.4. Desafios e Oportunidades na Educação para a Sustentabilidade**

As instituições de ensino, em especial as de nível superior, exercem um papel central na formação de cidadãos ambientalmente conscientes e na promoção de práticas sustentáveis. Entretanto, estudos indicam lacunas relevantes na integração efetiva da educação ambiental à rotina acadêmica e institucional. Conforme apontado por Santos e Costa (2021), uma parcela significativa dos estudantes universitários desconhece os procedimentos adequados para o descarte de resíduos eletroeletrônicos (REEE), apesar de reconhecerem seu potencial poluidor.

A pesquisa revela que 68% dos estudantes armazenavam celulares e baterias inutilizadas em suas residências, enquanto 20% admitiam descartá-los no lixo comum. Apenas 12% realizavam o descarte em pontos apropriados. Esse panorama evidencia não apenas a falta de estrutura nas instituições para o recebimento dos resíduos, como também a ausência de campanhas educativas e políticas institucionais eficazes (SANTOS; COSTA, 2021).

Paradoxalmente, o ambiente educacional é também um dos espaços mais férteis para a promoção de mudanças. Projetos interdisciplinares voltados à sustentabilidade, quando bem planejados, podem unir teoria e prática por meio de ações como oficinas de desmontagem, reaproveitamento de componentes, criação de bancos de peças e integração curricular. Alunos de cursos como Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) podem, por exemplo, utilizar peças descartadas para montar protótipos, realizar manutenções e até desenvolver soluções de automação a partir de sucata tecnológica.

A experiência da macrometrópole paulista ilustra os desafios e as possibilidades da gestão de resíduos eletrônicos em larga escala. De acordo com Silva e Mendes (2021), o principal entrave não é apenas a quantidade de resíduos gerada, mas a falta de integração entre políticas públicas, entes federativos e o setor

privado. A legislação nacional oferece bases robustas, como a: Lei nº 12.305 de 2010 que trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, responsabilidade compartilhada; decreto nº 10.936/22 retrata a atualização da PNRS, exigência de rastreabilidade; lei Estadual nº 13.576/09 que trata sobre coleta obrigatória de eletrônicos no Estado de São Paulo e a resolução CONAMA nº 401/08 que estabelece limites para descarte de pilhas e baterias

Apesar disso, a efetividade desses instrumentos ainda depende de maior fiscalização, planejamento e envolvimento comunitário. Segundo Oliveira e Rocha (2022), São Paulo gerou cerca de 84 mil toneladas de REEE em 2021 — cerca de 7 kg por habitante. A proposta dos autores baseia-se em três pilares: educação ambiental, ampliação dos PEVs e incentivo à logística reversa, como estratégias fundamentais para enfrentar o problema.

Além do arcabouço legal, a tecnologia pode apoiar esse processo. Inovações como automação da triagem, uso de IA na identificação de componentes e rastreamento por blockchain vêm sendo exploradas em experiências urbanas sustentáveis.

Silva e Mendes (2021) destacam que, embora os avanços tecnológicos possam contribuir significativamente para a melhoria na gestão dos resíduos eletroeletrônicos, eles não são suficientes por si só. Os autores enfatizam a necessidade de ações complementares, como o investimento do poder público, o engajamento da sociedade civil e o compromisso efetivo do setor empresarial para que a gestão sustentável se torne uma realidade. Nesse mesmo sentido, Oliveira e Rocha (2022) observam que a ausência de uma estrutura adequada de coleta, aliada à falta de informação acessível à população, tem provocado o acúmulo de resíduos em domicílios ou seu descarte de maneira incorreta. Segundo os autores, sem o fortalecimento da coleta seletiva e a consolidação da logística reversa, o desperdício de recursos continuará crescendo, agravando os impactos ambientais nas áreas urbanas.

Portanto, é urgente que as instituições educacionais assumam protagonismo na elaboração de políticas internas de gestão de REEE, na oferta de formação continuada para professores e alunos, e na articulação com cooperativas e recicladoras. A educação para a sustentabilidade deve ir além do discurso, traduzindo-se em ações práticas e transformadoras.

### **3. METODOLOGIA**

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, com base na revisão bibliográfica sistemática e análise documental. A abordagem qualitativa foi escolhida por sua adequação à investigação de fenômenos sociais e institucionais complexos, como é o caso da gestão de resíduos eletroeletrônicos (REEE) em instituições de ensino, permitindo compreender, de forma interpretativa, os aspectos ambientais, educacionais e normativos envolvidos no tema. Segundo Minayo (2012), a pesquisa qualitativa busca significados, relações e compreensões subjetivas, oferecendo uma perspectiva ampliada sobre realidades dinâmicas e multidimensionais.

A pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e auxiliando na construção de hipóteses e caminhos de análise (GIL, 2019). Já o caráter descritivo visa detalhar aspectos relacionados à sustentabilidade, à logística reversa, aos indicadores ambientais e às práticas educativas sobre resíduos eletrônicos, baseando-se em dados e teorias já consolidadas.

#### **3.2. Método de Pesquisa**

Os dados foram coletados por meio de levantamento bibliográfico em fontes confiáveis, como livros, artigos científicos, dissertações, teses, relatórios institucionais e legislações, entre os anos de 2010 e 2024. As bases de dados consultadas incluem Google Acadêmico, SciELO, Portal CAPES e documentos da ONU, PNUMA, IBGE e Ministério do Meio Ambiente. Os descritores utilizados nas buscas foram "sustentabilidade ambiental", "resíduos eletroeletrônicos", "educação ambiental", "logística reversa", "REEE em instituições de ensino" e "indicadores de sustentabilidade".

O uso da técnica de revisão sistemática está alinhado com o proposto por Gomes e Caminha (2014), que recomendam a seleção criteriosa de fontes com base

em critérios de relevância, atualidade, credibilidade e aplicabilidade. A organização e análise do material foram realizadas por meio de fichamentos temáticos e categorização dos conteúdos segundo os objetivos da pesquisa.

### **3.3. Local da pesquisa**

O estudo tem como referência o município de Parauapebas, localizado no sudeste do estado do Pará, na região Norte do Brasil. A escolha do local baseia-se em sua relevância socioeconômica, caracterizada por um intenso crescimento urbano e tecnológico, acompanhado de desafios ambientais emergentes, como a ausência de políticas públicas locais voltadas à gestão adequada de resíduos eletroeletrônicos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), Parauapebas possui uma população estimada em aproximadamente 298.854 habitantes, sendo um dos principais polos mineradores do país.

Apesar de seu desenvolvimento industrial, o município ainda carece de estrutura formal para o descarte e tratamento de REEE, o que contribui para a destinação inadequada de resíduos em áreas urbanas e rurais. A pesquisa foca, portanto, em instituições de ensino técnico e superior localizadas na cidade, especialmente naquelas que, embora disponham de equipamentos tecnológicos em seus ambientes educacionais, não possuem políticas ou práticas sistematizadas de descarte sustentável. A escolha do município visa, portanto, exemplificar realidades educacionais brasileiras que enfrentam limitações logísticas e estruturais, ao mesmo tempo em que representam oportunidades para o desenvolvimento e aplicação de modelos de gestão ambiental sustentáveis e educacionais.

O estudo tem como referência o município de Parauapebas (PA), localizado na região Norte do Brasil. A escolha do local justifica-se pela ausência de políticas locais de descarte sustentável de REEE e pela existência de instituições de ensino que ainda não possuem sistemas de gestão ambiental integrados. O contexto foi relevante para compreender as limitações e as potencialidades da aplicação do modelo proposto, considerando realidades educacionais com restrições estruturais.

### **3.4. Planejamento e Análise de Viabilidade**

O planejamento metodológico considerou os recursos disponíveis, como acesso a bases digitais, bibliotecas virtuais e softwares de análise textual. Segundo Yin (2016), em pesquisas qualitativas, a viabilidade está atrelada à capacidade do pesquisador em articular fontes diversas e extrair inferências relevantes a partir da triangulação teórica. A análise de viabilidade revelou que, mesmo sem dados empíricos primários, seria possível desenvolver um modelo de gestão aplicável e replicável, com base em boas práticas, legislações e diretrizes internacionais.

### **3.5. Aspectos Éticos**

A presente pesquisa foi conduzida com observância dos princípios éticos fundamentais da pesquisa científica, respeitando os direitos autorais, a integridade acadêmica e a responsabilidade social. Conforme estabelecido pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que orienta estudos nas ciências humanas e sociais, e pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), todas as práticas adotadas seguiram os critérios éticos aplicáveis à pesquisa teórica e documental.

Embora o estudo não envolva coleta de dados primários com seres humanos, foram adotadas medidas que asseguram o uso responsável e transparente das fontes consultadas. Isso inclui a citação fiel das ideias extraídas da literatura, o uso de referências válidas e atualizadas, e a organização rigorosa dos dados bibliográficos.

Como complementam Gil (2019) e Minayo (2012), a ética deve estar presente em todas as etapas da pesquisa, desde a formulação do problema até a divulgação dos resultados, garantindo a confiabilidade e a legitimidade científica do trabalho realizado.

### **3.6. Critérios de Inclusão e Exclusão**

Seguindo a orientação de Lakatos e Marconi (2021), os critérios de inclusão e exclusão são essenciais para garantir o rigor e a coerência do estudo. Foram incluídas publicações que: (i) tratam especificamente da gestão de REEE sob perspectiva educacional, ambiental ou institucional; (ii) foram publicadas entre 2010

e 2024; (iii) estavam disponíveis em português, inglês ou espanhol; e (iv) apresentavam fundamentação teórica sólida e relevância temática.

Foram excluídos documentos com conteúdo desatualizado, irrelevante ao foco proposto, ou que não apresentavam embasamento metodológico confiável. Essa triagem visou assegurar a qualidade das informações utilizadas e a aderência ao problema de pesquisa.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir da revisão bibliográfica e da análise contextual apresentada nos capítulos anteriores, propõe-se um modelo teórico de gestão sustentável voltado à destinação adequada de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) no ambiente educacional. Esta proposta visa contribuir para a criação de políticas institucionais que integrem princípios da sustentabilidade ambiental, da logística reversa e da educação ambiental, conforme orientações da Lei nº 12.305/2010 e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

##### **4.2. Objetivos do Modelo**

O modelo proposto tem como objetivo central orientar as instituições de ensino na implementação de práticas integradas de gestão sustentável de resíduos eletroeletrônicos, com foco na prevenção da poluição, na promoção da educação ambiental e no estímulo à economia circular. Dentre os objetivos específicos, destacam-se: estabelecer diretrizes claras e normativas para o descarte ambientalmente adequado e o reaproveitamento de REEE, em conformidade com a legislação vigente (Brasil, 2010); integrar a temática da sustentabilidade à proposta pedagógica institucional, promovendo ações educativas voltadas à conscientização dos alunos e servidores (Sachs, 2004); incentivar a formação de redes de cooperação com cooperativas, empresas e instituições públicas para viabilizar a logística reversa e a rastreabilidade dos resíduos (Abrelpe, 2022); adotar indicadores de sustentabilidade para monitorar a efetividade das ações e fomentar a melhoria contínua dos processos institucionais (Pereira et al., 2021).

### **4.3. Aplicabilidade e Adaptação**

A proposta de modelo possui caráter adaptável, podendo ser implementada em instituições de diferentes portes, localizações geográficas e níveis de complexidade administrativa. A flexibilidade do modelo permite sua adoção gradual, respeitando as particularidades e os recursos disponíveis de cada organização.

Sua aplicabilidade abrange desde escolas técnicas e faculdades até universidades de grande porte, podendo ser integrada à política institucional de gestão ambiental e à matriz curricular dos cursos. De acordo com Gil (2019), modelos teóricos adaptáveis são mais eficazes para implementação em contextos heterogêneos, pois favorecem a apropriação institucional e o protagonismo da comunidade escolar.

A efetivação do modelo requer planejamento estratégico, engajamento dos gestores, formação continuada dos docentes e participação ativa dos estudantes, contribuindo para uma cultura institucional de sustentabilidade (Loureiro, 2006).

### **4.4. Benefícios Esperados**

A implementação do modelo de gestão sustentável para REEE em instituições de ensino pode gerar múltiplos benefícios ambientais, sociais e pedagógicos, tais como: minimização dos impactos ambientais negativos decorrentes do descarte inadequado de resíduos tecnológicos, conforme alertado pelo Global E-Waste Monitor (2020); fortalecimento da cultura organizacional voltada à responsabilidade socioambiental, promovendo valores de cidadania e ética ambiental entre os membros da comunidade acadêmica (Louzada; Nunes, 2019); formação de estudantes engajados, com habilidades técnicas e sensibilidade para atuar em contextos profissionais onde a sustentabilidade é cada vez mais valorizada; ampliação das ações de extensão universitária, promovendo o diálogo entre instituição, comunidade e setor produtivo; adequação às exigências legais estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e outros marcos regulatórios.

### **4.5. Estrutura do Modelo Proposto**

A estrutura do modelo está organizada em cinco eixos estratégicos que se complementam e permitem sua aplicação em diferentes contextos educacionais, sejam públicos ou privados conforme ilustrado no quadro 3.

Esses eixos foram elaborados com base em diretrizes nacionais e internacionais de gestão sustentável e educação ambiental, como as propostas da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis.

**Quadro 3** – Modelo estratégico de gestão sustentável para REEE para instituições de ensino superior

<b>EIXO ESTRATÉGICO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>AÇÕES PROPOSTAS</b>
<b>Educação Ambiental Institucional</b>	Sensibilizar a comunidade acadêmica sobre os impactos dos REEE e fomentar práticas sustentáveis integradas ao cotidiano educacional.	Inserção de temas em disciplinas, realização de campanhas educativas anuais, criação de núcleos ambientais e ações em datas comemorativas como o Dia do Meio Ambiente.
<b>Infraestrutura e Logística Reversa</b>	Implantar pontos estratégicos para recebimento de REEE e estruturar a logística para armazenamento, triagem e destinação correta dos materiais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar um plano logístico para o armazenamento temporário, triagem e destinação dos materiais, conforme legislação vigente (Lei nº 12.305/2010 e Decreto nº 10.936/2022).</li> <li>• Mapeamento dos espaços para instalação dos PEVs, aquisição de coletores padronizados, treinamento de colaboradores e integração ao sistema de limpeza urbana.</li> </ul>
<b>Triagem Técnica com Participação Estudantil</b>	Incentivar o protagonismo estudantil por meio da capacitação e participação ativa em processos de desmontagem, reaproveitamento e manutenção de equipamentos.	<p>Criação de uma equipe técnica formada por alunos bolsistas ou voluntários, realização de oficinas práticas de desmontagem e triagem supervisionada por docentes.</p> <p>Envolver alunos dos cursos de tecnologia (como ADS) em processos de triagem dos equipamentos. Componentes com potencial de reaproveitamento poderão ser destinados a projetos acadêmicos, manutenção de laboratórios ou doações. Os demais serão encaminhados a recicladoras certificadas</p>
<b>Monitoramento por Indicadores</b>	Estabelecer métricas de desempenho ambiental, social e educacional para mensurar os avanços da gestão de resíduos e apoiar a tomada de decisões.	<p>Desenvolvimento de planilhas de controle, relatórios semestrais de desempenho, uso de software simples para acompanhamento dos indicadores e reuniões de avaliação.</p> <p>Utilizar indicadores quantitativos e qualitativos para avaliar a efetividade do programa. Exemplos: volume de REEE coletado, taxa de reaproveitamento, redução de resíduos destinados a aterros, número de oficinas realizadas e participação da comunidade acadêmica.</p>
<b>Parcerias e Responsabilidade</b>	Promover articulações com entidades públicas e	Elaboração de termos de cooperação técnica com cooperativas, agendamento de coletas

Compartilhada	privadas para garantir a rastreabilidade, o transporte e o tratamento ambientalmente adequados dos	periódicas, auditoria dos destinos e participação em redes locais de sustentabilidade. Firmar convênios com cooperativas, órgãos públicos e empresas do setor tecnológico para garantir a rastreabilidade e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
---------------	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

#### 4.6. Resultados esperados

A implementação do modelo de gestão sustentável para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), proposto neste trabalho, busca promover transformações significativas no contexto das instituições de ensino. A partir das diretrizes estruturadas nos eixos estratégicos da proposta, os resultados esperados abrangem aspectos ambientais, educacionais, sociais e institucionais, alinhados aos princípios da sustentabilidade e à legislação vigente.

**Quadro 4** – Resultados esperados a partir da implementação da proposta de Modelo estratégico de gestão sustentável para REEE para instituições de ensino superior

RESULTADOS	DESCRIÇÃO
Resultados Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução expressiva do volume de REEE descartado de forma inadequada em lixões e aterros;</li> <li>• Minimização dos riscos de contaminação do solo, da água e do ar por substâncias tóxicas presentes nos resíduos eletroeletrônicos;</li> <li>• Aumento da taxa de reutilização e reciclagem de componentes eletrônicos, contribuindo para a economia circular;</li> <li>• Diminuição da demanda por matérias-primas virgens por meio do reaproveitamento de materiais recuperáveis.</li> </ul>
Resultados Educacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integração efetiva da temática ambiental ao currículo escolar, promovendo a transversalidade entre sustentabilidade, cidadania e tecnologia;</li> <li>• Formação de estudantes com consciência crítica e capacidade de atuação frente aos desafios ambientais contemporâneos;</li> <li>• Desenvolvimento de competências técnicas por meio da participação ativa em oficinas de triagem, manutenção e reaproveitamento de REEE;</li> <li>• Estímulo à pesquisa e à inovação com foco em soluções sustentáveis e aplicáveis à realidade local.</li> </ul>
Resultados Sociais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilização da comunidade acadêmica e local sobre a importância da destinação correta de resíduos tecnológicos;</li> <li>• Fortalecimento de parcerias com cooperativas de catadores e recicladoras, gerando impactos positivos na geração de renda e inclusão social;</li> <li>• Promoção de campanhas educativas que envolvam familiares, moradores do entorno e outras instituições públicas e privadas;</li> <li>• Incentivo à cultura da responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos.</li> </ul>
Resultados Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação de políticas internas de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental nas instituições de ensino;</li> <li>• Criação de núcleos ou comissões gestoras responsáveis pela aplicação e acompanhamento do plano de gestão de REEE;</li> </ul>

- Monitoramento contínuo por meio de indicadores de desempenho ambiental, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010);
- Possibilidade de servir como modelo replicável em outras instituições da região ou em contextos semelhantes.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Espera-se, portanto, que os impactos positivos deste modelo contribuam de forma efetiva para a transformação da cultura institucional e educacional, reforçando o papel das escolas e universidades como agentes formadores de cidadãos ambientalmente conscientes e protagonistas de um futuro mais sustentável.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente geração de resíduos eletroeletrônicos (REEE) representa um dos grandes desafios ambientais da contemporaneidade, especialmente diante do avanço tecnológico, da obsolescência programada e do consumo desenfreado de dispositivos eletrônicos. No contexto educacional, esse problema se manifesta de forma visível, com o acúmulo de equipamentos obsoletos e a carência de políticas institucionais eficazes para o descarte, reaproveitamento e reciclagem desses materiais.

Diante dessa realidade, este trabalho apresentou uma proposta de modelo de gestão sustentável para o descarte de REEE em instituições de ensino, fundamentada em revisão bibliográfica, princípios legais, diretrizes educacionais e boas práticas. O modelo foi estruturado em cinco eixos estratégicos — educação ambiental, infraestrutura e logística reversa, triagem com participação estudantil, monitoramento por indicadores e parcerias — visando integrar sustentabilidade, cidadania e inovação nos ambientes educacionais.

A proposta se mostrou viável, adaptável e replicável, especialmente em contextos com restrições de infraestrutura, como o município de Parauapebas (PA), usado como referência. Sua implementação requer compromisso institucional, planejamento colaborativo, capacitação técnica e envolvimento da comunidade acadêmica, mas oferece resultados relevantes em múltiplas dimensões: ambientais, sociais, pedagógicas e organizacionais.

Além disso, a adoção de indicadores de desempenho e a articulação com redes de cooperativas, órgãos públicos e instituições privadas permitem consolidar o

modelo como uma política institucional permanente, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 12, que trata do consumo e produção responsáveis.

As contribuições deste estudo estendem-se a diferentes esferas: para a sociedade, propõe-se um caminho para a redução dos impactos ambientais dos resíduos eletrônicos, a promoção de comportamentos mais sustentáveis e o fortalecimento da consciência coletiva sobre a responsabilidade ambiental compartilhada; para a academia, oferece-se uma base teórica sólida e atualizada que pode subsidiar novos estudos e fomentar pesquisas interdisciplinares sobre sustentabilidade, tecnologia e educação ambiental;

Para os profissionais da área, especialmente aqueles vinculados à educação, tecnologia e meio ambiente, o modelo representa uma ferramenta prática e adaptável que pode ser incorporada à rotina institucional, contribuindo para a melhoria da gestão e da formação técnica e cidadã dos alunos.

Reconhece-se que este estudo não esgota o tema. Ao contrário, propõe-se como ponto de partida para reflexões futuras. A natureza dinâmica das tecnologias, das legislações ambientais e das práticas educacionais requer constante atualização e adaptação do modelo proposto. Dessa forma, recomenda-se que a proposta aqui apresentada seja periodicamente revista e ajustada à luz de novos dados, realidades institucionais e avanços científicos, garantindo sua relevância contínua e aplicabilidade ampliada.

Conclui-se que a gestão de REEE nas instituições de ensino não pode ser tratada de forma isolada ou pontual, mas como parte integrante de um processo educativo transformador. É por meio da formação de cidadãos conscientes e do fortalecimento de práticas institucionais comprometidas com o meio ambiente que se poderá avançar na construção de uma sociedade verdadeiramente sustentável. Assim, espera-se que este trabalho contribua para ampliar o debate, inspirar ações e fomentar políticas públicas e educacionais mais eficazes para a gestão responsável dos resíduos tecnológicos no Brasil.

Este esforço também visa consolidar a responsabilidade ambiental como um valor institucional, promovendo mudanças estruturais e culturais que extrapolem o âmbito escolar e alcancem toda a comunidade local. Ao fomentar a interdisciplinaridade e o diálogo entre ensino, pesquisa e extensão, a proposta

amplia a capacidade das instituições de ensino de atuarem como agentes transformadores.

Ademais, a replicação desse modelo em outras instituições, especialmente da rede pública, pode contribuir para a construção de uma política educacional ambiental mais equitativa e acessível. O compartilhamento de experiências, boas práticas e resultados fortalece a rede de saberes e iniciativas sustentáveis, criando um ciclo virtuoso de inovação, inclusão e desenvolvimento sustentável em âmbito regional e nacional.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. et al. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos eletrônicos de origem domiciliar: proposição ao município de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 16, n. 4, p. 45-56, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/KxQkZBHjfQhVFPrMK5z6BzR/>. Acesso em: 28 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 28 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. *Pesquisa educacional: planejamento, condução e avaliação de pesquisas quantitativas e qualitativas*. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2021. Disponível em: <https://www.grupo.com.br/livro/pesquisa-educacional/>.

FERREIRA, L. et al. Hábitos relacionados ao descarte pós-consumo de aparelhos e baterias de telefone celulares em uma comunidade acadêmica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 28, n. 2, p. 112-124, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/CyP3zzpmbw3k9NqYZJfWykp/>. Acesso em: 28 maio 2025.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GLOBAL E-WASTE MONITOR. *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential*. Bonn/Geneva/Rotterdam: United Nations University (UNU), ITU & ISWA, 2020. Disponível em: [https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/06/GEM\\_2020\\_def\\_june25\\_low.pdf](https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/06/GEM_2020_def_june25_low.pdf). Acesso em: 28 maio 2025.

GOMES, C. A.; CAMINHA, C. M. *Metodologia científica e normalização de trabalhos acadêmicos*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Disponível em: [https://books.google.com.br/books/about/Metodologia\\_Científica.html?id=tEjHBAAAQBAJ](https://books.google.com.br/books/about/Metodologia_Científica.html?id=tEjHBAAAQBAJ).

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LOUREIRO, C. F. B. *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2006.

LOUZADA, C.; NUNES, J. R. Ética na pesquisa: fundamentos, dilemas e perspectivas. In: *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. Curitiba: CRV, 2019. p. 215-231. Disponível em: <https://editoracriv.com.br>.

MALTHUS, T. R. *Ensaio sobre o princípio da população*. 2. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/desafio\\_conhecimento\\_pesquisa\\_qualitativa.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/desafio_conhecimento_pesquisa_qualitativa.pdf).

OLIVEIRA, C.; MENDES, R. Waste electronic equipment in macrometropole paulista: legal framework and technology at the service of sustainability. *Journal of Urban Studies*, v. 12, n. 3, p. 223-240, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/cz8zYkJGzHzHSJ48stVhM9L/>. Acesso em: 28 maio 2025.

ONU. *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – Estocolmo, 1972*. Organização das Nações Unidas, 1972. Disponível em: <https://www.onu.org.br/conferencia-de-estocolmo-1972/>. Acesso em: 28 maio 2025.

ONU. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>.

PEREIRA, A. et al. Indicadores de sustentabilidade para análise do gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. *Revista Gestão Sustentável*, v. 19, n. 1, p. 58-75, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/ym5w67CqN5PWfPKYhXvqqzQ/>. Acesso em: 28 maio 2025.

PNUMA. *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential*. Bonn/Geneva/Rotterdam: United Nations University (UNU),

International Telecommunication Union (ITU), International Solid Waste Association (ISWA), 2020. Disponível em: [https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/06/GEM\\_2020\\_def\\_june25\\_low.pdf](https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/06/GEM_2020_def_june25_low.pdf). Acesso em: 28 maio 2025.

SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANTOS, J.; SILVA, M. Lixo eletrônico em Oeiras do Pará: alguns impactos ambientais. *Revista de Meio Ambiente*, v. 25, n. 1, p. 77-89, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/8/lixo-eletronico-em-oeiras-do-parapa-alguns-impactos-ambientais>. Acesso em: 28 maio 2025.

YIN, R. K. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Porto Alegre: Penso, 2016. Disponível em: <https://www.grupoa.com.br/livro/pesquisa-qualitativa-do-inicio-ao-fim/>.

## Página de assinaturas



**Frsncisco Viana**  
754.405.713-53  
Signatário



**Antonio Silva**  
032.290.192-88  
Signatário



**Adriano Bollas**  
669.522.202-91  
Signatário



**Sara Carvalho**  
017.799.872-50  
Signatário

## HISTÓRICO

- 31 jul 2025** 11:15:44  **Frsncisco ferreira Viana** criou este documento. ( Email: ferreiravianafrancisco53@gmail.com, CPF: 754.405.713-53 )
- 31 jul 2025** 11:15:45  **Frsncisco ferreira Viana** (Email: ferreiravianafrancisco53@gmail.com, CPF: 754.405.713-53) visualizou este documento por meio do IP 170.239.200.86 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 31 jul 2025** 11:15:50  **Frsncisco ferreira Viana** (Email: ferreiravianafrancisco53@gmail.com, CPF: 754.405.713-53) assinou este documento por meio do IP 170.239.200.86 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 06 ago 2025** 22:46:34  **Adriano Louzada Bollas** (Email: adriano.louzadabollas@gmail.com, CPF: 669.522.202-91) visualizou este documento por meio do IP 200.124.94.133 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 06 ago 2025** 22:46:46  **Adriano Louzada Bollas** (Email: adriano.louzadabollas@gmail.com, CPF: 669.522.202-91) assinou este documento por meio do IP 200.124.94.133 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 31 jul 2025** 11:16:07  **Antonio Soares da Silva** (Email: ads@fadesa.edu.br, CPF: 032.290.192-88) visualizou este documento por meio do IP 45.7.25.23 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 31 jul 2025** 11:16:11  **Antonio Soares da Silva** (Email: ads@fadesa.edu.br, CPF: 032.290.192-88) assinou este documento por meio do IP 45.7.25.23 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil
- 04 ago 2025** 11:06:53  **Sara Carvalho** (Email: csaradeboracontato@gmail.com, CPF: 017.799.872-50) visualizou este documento por meio do IP 186.232.206.163 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil



07 ago 2025  
20:50:31



**Sara Carvalho** (Email: [csaradeboracouto@gmail.com](mailto:csaradeboracouto@gmail.com), CPF: 017.799.872-50) assinou este documento por meio do IP 170.239.200.86 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil

